

СИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ КОЛЬЦЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ, ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Богданов Владислав Дмитриевич

магистрант Санкт-Петербургского Государственного Университета Аэрокосмического приборостроения, Институт инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, РФ, г. Санкт-Петербург

Комендантов Андрей Юрьевич

магистрант Санкт-Петербургского Государственного Университета Аэрокосмического приборостроения, Институт инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, РФ, г. Санкт-Петербург

Бурдин Роман Александрович

магистрант Санкт-Петербургского Государственного Университета Аэрокосмического приборостроения, Институт инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, РФ, г. Санкт-Петербург

Давудян Артур Унанович

магистрант Санкт-Петербургского Государственного Университета Аэрокосмического приборостроения, Институт инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, РФ, г. Санкт-Петербург

Юрченко Владислав Олегович

магистрант Санкт-Петербургского Государственного Университета Аэрокосмического приборостроения, Институт инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, РФ, г. Санкт-Петербург

Температурное поле и распределения теплового потока синхронного двигателя в разрезе вида спереди.

При построении температурного поля необходимо задаться рядом данных для используемых материалов, которые приведены в таблице 6.

Объёмная плотность тепловыделения обмотки, рассчитывается по формуле:

$$Q = i^2 \frac{\rho l}{\frac{\pi d_0^2}{4} \cdot \frac{\pi d_0^2}{4} \cdot l} = i^2 \cdot \frac{\rho}{\left(\frac{\pi d_0^2}{4}\right)^2} = j^2 \rho$$

(1)

Где i — ток в витке, А;

ρ — удельное сопротивление меди, при $t=20^{\circ}\text{C}$ $\rho=16,8 \cdot 10^{-9}$ Ом·м;

l — длина витка, м;

s — площадь поперечного сечения витка, м^2 ;

j — плотность тока в витке, $\text{А}/\text{м}^2$.

Воспользуемся формулой для вычисления объемной плотности тепловыделения катушек: $Q = (5,062 \cdot 10^6)^2 \cdot 16,8 \cdot 10^{-9} = 430500$ Вт/ м^3 .

После задания свойств материалов всем меткам блоков, задаются граничные условия. Граничные условия задаются с учетом зон теплоотвода. В нашем случае двигатель погружного типа и предназначен для работы в воде. Следовательно, в модели синхронного двигателя кольцевой конструкции нет различных элементов охлаждения. То как задавались граничные условия в для данной модели представлено на рисунках 2 и 3.

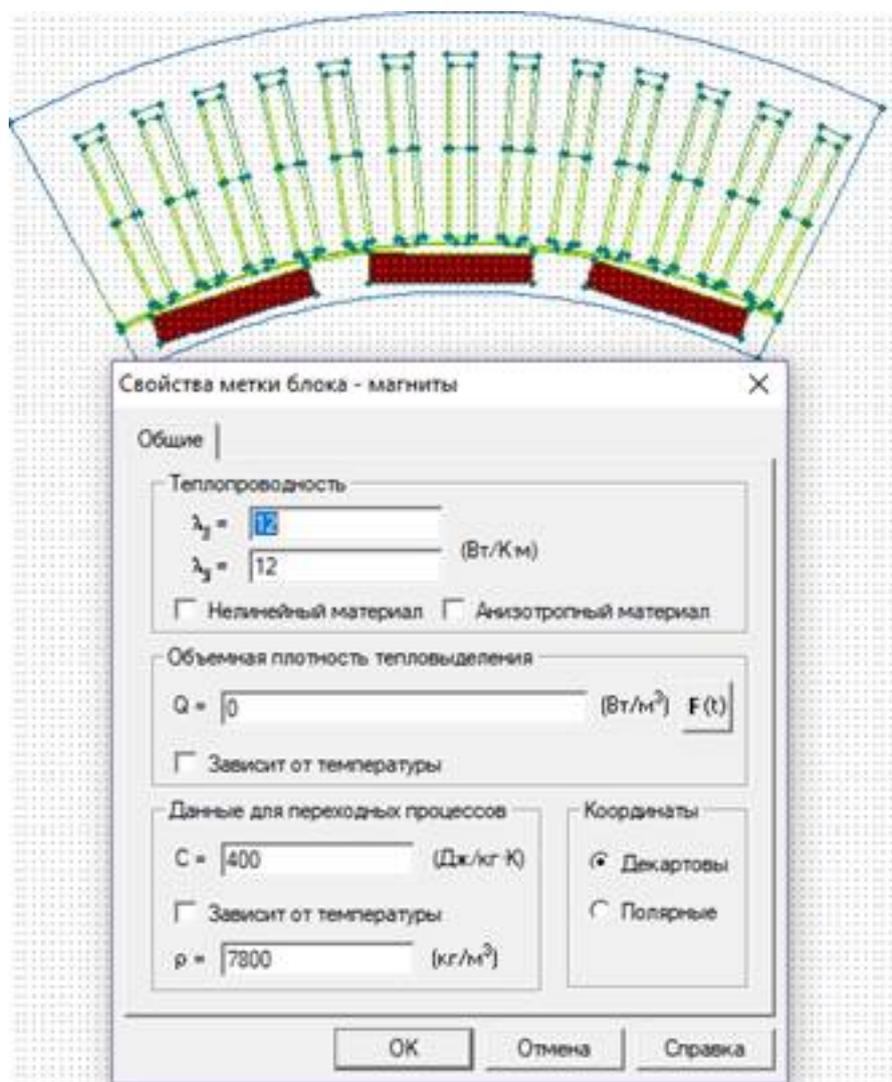


Рисунок 1. Свойства метки блока магниты

В рассматриваемой модели необходимо задать два условия 3-го рода для данной границы. Задаем коэффициент конвекции равным 6 Вт/ $\text{K} \cdot \text{м}^2$, данное значение соответствует естественной конвекции, и начальную температуру $T_0=293$ К (20°C). Коэффициент поглощения поверхности $0,85$ при начальной температуре $T_0=293$ К (20°C).

На рисунке 2 красным изображены внутренние ребра модели. В рассматриваемой модели необходимо задать два условия 3-го рода для данной границы. Задаем коэффициент конвекции равным $150 \text{ Вт/К}\cdot\text{м}^2$, данное значение соответствует дополнительной конвекции, и начальную температуру $T_0=293 \text{ К}$ ($20 \text{ }^\circ\text{C}$). Коэффициент поглощения поверхности $0,85$ при начальной температуре $T_0=293 \text{ К}$ ($20 \text{ }^\circ\text{C}$).

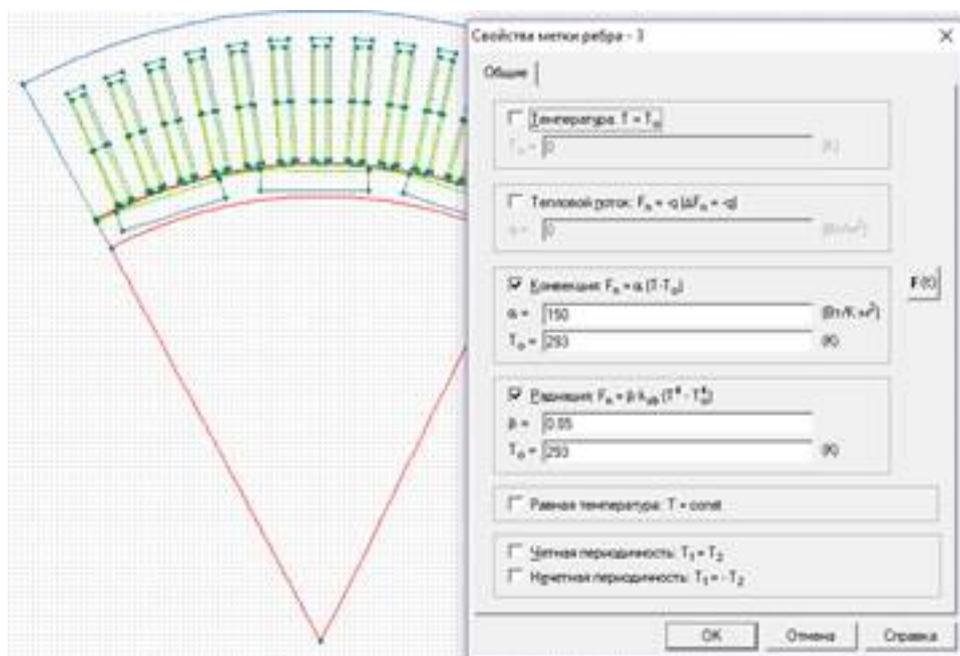


Рисунок 2. Граничные условия для внутренних ребер

После того, как заданы все параметры меткам блоков и ребрам, переходим к решению тепловой задачи. На рисунке 3 представлено температурное поле данной решенной задачи. Источником тепла в этой задаче будет являться электрический ток, протекающий по катушкам, которые по закону Джоуля-Ленца будут выделять тепло. Следовательно, они и будут самыми нагретыми телами, температура в которых $137 \text{ }^\circ\text{C}$. Вокруг катушки располагается изоляция, препятствующая нагреванию остальных тел. Для более детальной оценки нагревания тела проведем прямую поперек электрической машины, изображенную на рисунке 3.

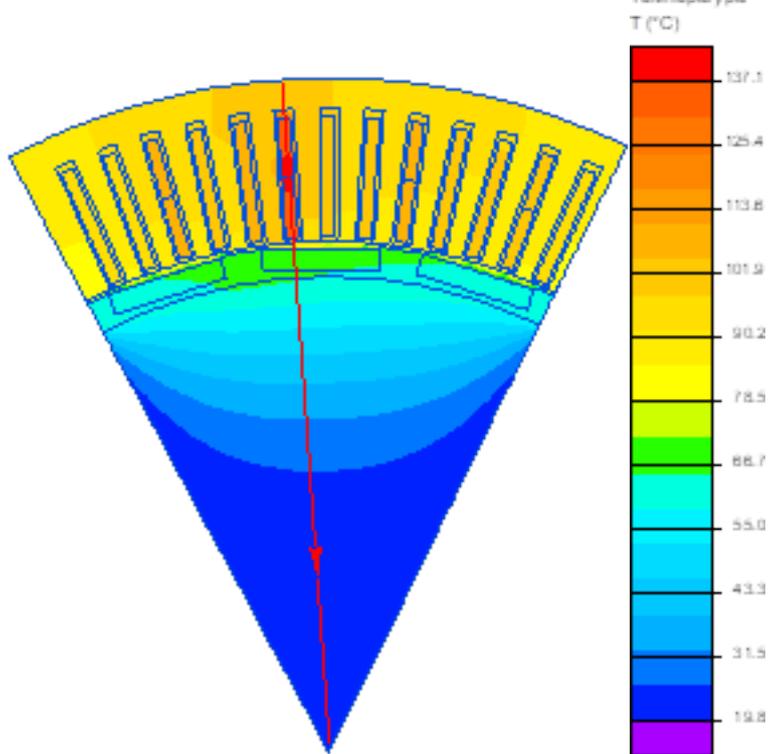


Рисунок 3. Температурное поле

Анализируя рисунки 3 можно сделать вывод, что при приближении к центру машины температура стремится к начально заданным условиям. В таблице 1 представлены значения температур достигаемых в элементах машины при начальных условиях 20°C или 293 K .

Таблица 1.

Максимальные достигаемые значения температур

Часть электрической машины	Значение температуры в $^{\circ}\text{C}$	Значение темпера
Статор	99,9	372,9
Катушки	137	410
Воздушный зазор	79,8	352,8

Магниты	69	342
Ротор	67,7	340,7

По полученным данным можно сделать выводы, что вследствие работы электрической машины элементы не перенагреваются и температура не достигает критических значений. В процессе работы машины не происходит плавления элементов, и деформации вследствие нагревания металла.

Список литературы:

1. Плотность стали различных типов и марок, температурная зависимость плотности: [сайт]. URL: <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/metally-i-splavy/plotnost-stali-temperaturnaya-zavisimost>
2. Теплообмен в электрических машинах: [сайт]. URL: <https://studfiles.net/preview/789736/page:2/>
3. Удельная теплоемкость стали распространенных марок: [сайт]. URL: <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/metally-i-splavy/teploemkost-stali>
4. Теплопроводность: [сайт]. URL: <https://www.calc.ru/125.html>
5. Свойства меди: плотность, теплоемкость, теплопроводность: [сайт]. URL: <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/metally-i-splavy/svoystva-medi-plotnost-teploemkost-teploprovodnost>